

CARTA DE SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD HUMANA PRODUCIDA POR INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Dr. Justino Bertotto; Mgr. Martín Márquez Miranda; Mgr. Claudia Rosana Montebello;
Mgr. Facundo Ismael Casasola; Mgr. Leandro Ocon
Escuela superior de Guerra, Universidad de la Defensa. Maestría en Estrategia y Geopolítica
de la Escuela Superior de Guerra. Facultad del Ejército, UNDEF.
claudiamontebello@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este proyecto de investigación propone el diseño de un sistema de información geográfico a escala 1: 250.000, sobre cartas temáticas de información histórica de inundaciones y otra de lóbulos de vulnerabilidad humana.

En este sentido, los objetivos son:

Contribuir a relativizar los efectos de los desastres hídricos disminuyendo los daños ocasionados por inundaciones y mejorando las condiciones humanas del área afectada mediante el desarrollo de una herramienta (Sistema de información geográfico) para el análisis y la toma de decisiones, y para iniciar acciones desde la fase anterior a la ocurrencia de un evento hídrico.

Reconocer áreas diferenciadas de vulnerabilidad hídrica para la toma de decisiones en prevención, mitigación y preparación de un plan de emergencias.

Se implementa una metodología mixta con la aplicación de técnicas cualitativas para zonificar las áreas vulnerables, como así también, técnicas cuantitativas para mensurar las áreas más afectadas por el desastre.

Actualmente se trabaja sobre la determinación de las cuencas hídricas afectadas: la cuenca del río Luján y el arroyo Arrecifes, para trazar las isolíneas de desbordes históricas.

Palabras claves: Carta temática de vulnerabilidad humana, Carta de información histórica, Software SIG.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación “Carta de Síntesis de Vulnerabilidad Humana”, es la continuidad de la línea de investigación sobre Tecnologías para el Manejo de Situaciones de Desastres, siguiendo el eje temático prioritario, Recursos Estratégicos y Naturales, dentro de las Ciencias Sociales.

Se realiza a partir de la trayectoria institucional de la Escuela Superior de Guerra, Facultad del Ejército, UNDEF y, dando continuidad al estudio de la temática, en el Proyecto Carta de Síntesis de Vulnerabilidad Humana, que desde el año 2015 se encuentra investigando la relación entre los desastres naturales, las crisis producidas, su impacto y la confección de cartografía referida al tema.

Se trata de un trabajo de investigación formado por un equipo interdisciplinario, donde se encuentran profesionales de diferentes disciplinas tales como: Geógrafos, Economista, Licenciados en Ciencias Políticas, e Ingenieros Geográficos. De esta forma, se permite abordar la problemática planteada desde un enfoque inter y transdisciplinario, donde los

fundamentos teóricos de cada disciplina se complementan para el tratamiento y el análisis del objeto de estudio.

En este sentido, los avances técnicos realizados en el presente proyecto producidos por las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires impone la necesidad de disponer de un sistema de información geográfico que permita cartografiar la información obtenida.

El manejo adecuado de esta información facilita la organización para la atención inmediata de las emergencias surgidas por catástrofes naturales, y la posterior mitigación de las consecuencias, cuando se conocen las capacidades y aptitudes disponibles, medios y recursos más cercanos al alcance de los damnificados. De esta forma se permitirá la planificación de acuerdo a las exigencias que se planteen y considerando factores tales como, la distancia, los tiempos de desplazamientos y los costos para su intervención el menor plazo posible.

Este proyecto de investigación propone el diseño de un sistema de información geográfico a escala 1: 250.000, sobre cartas temáticas de información histórica de inundaciones y otra de lóbulos de vulnerabilidad humana.

En este sentido, los objetivos son:

Contribuir a relativizar los efectos de los desastres hídricos disminuyendo los daños ocasionados por inundaciones y mejorando las condiciones humanas del área afectada mediante el desarrollo de una herramienta (Sistema de información geográfico) para el análisis y la toma de decisiones, y para iniciar acciones desde la fase anterior a la ocurrencia de un evento hídrico.

Reconocer áreas diferenciadas de vulnerabilidad hídrica para la toma de decisiones en prevención, mitigación y preparación de un plan de emergencias.

Se implementa una metodología mixta con la aplicación de técnicas cualitativas para zonificar las áreas vulnerables, como así también, técnicas cuantitativas para mensurar las áreas más afectadas por el desastre.

Actualmente se trabaja sobre la determinación de las cuencas hídricas afectadas: la cuenca del río Luján y el arroyo Arrecifes, para trazar las isolíneas de desbordes históricas.

2. MARCO CONCEPTUAL

Teniendo en cuenta que el presente trabajo de investigación pretende reconocer áreas diferenciadas de vulnerabilidad hídrica, es necesario aclarar los términos que se utilizan en este estudio. En esta línea de acción, se suele utilizar indistintamente los términos desastre y catástrofe, y se confunden las palabras riesgo con vulnerabilidad.

En este sentido (Rojas Vilches y Martínez Reyes, 2011, p 86), expresan que “es posible entender por riesgo natural como la probabilidad de que en un espacio ocurra un peligro determinado de origen natural, y que pueda generar potenciales daños y pérdidas en las actividades humanas. Por ende, el riesgo puede ser definido a partir del cálculo de probabilidades con datos adecuados, ya sean de tipo cuantitativos o cualitativos”.

Con referencia al término vulnerabilidad (Veyret y Pech, 1995, p, 142) “La noción de vulnerabilidad designa el valor que se perdería en caso de contingencias”. Se entiende como la vulnerabilidad (Cardona, 200, p 2) “como un factor de riesgo interno que matemáticamente esta expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza”.

Se puede definir el termino desastre como (Lavell Thomas, A 1993, p,120) “una ocasión de crisis o stress social, observable en el tiempo y el espacio, en que sociedades o sus componentes (comunidades, regiones, etc.) sufren daños o perdidas físicas y alteraciones en su funcionamiento rutinario. Tanto las causas como las consecuencias de los desastres son productos de procesos sociales que existen en el interior de la sociedad”.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación centra su espacio de estudio de la vulnerabilidad hídrica en la provincia de Buenos Aires, específicamente del noreste, en correspondencia con la cuenca de los ríos Luján, y Pergamino.

La metodología implementada se corresponde con el método mixto con predominancia del enfoque cualitativo, puesto que este proyecto implica desarrollar las presentes técnicas:

Trabajo de campo – observación directa y registro de la información obtenida.

Técnicas de análisis cartográfico: Utilización de técnicas de observación y comparación.

Técnicas para la elaboración del software.

Revisión bibliográfica.

Con respecto a las técnicas cuantitativas:

Análisis estadístico

Análisis físico del espacio centro y noreste de la provincia de Buenos Aires.

4. ESTUDIO GEOGRÁFICO DE LA CUENCA

El presente estudio geográfico comprende el análisis de las cuencas de los ríos Luján y Pergamino.

Teniendo en cuenta las variables presentadas en el proyecto de investigación Carta de Vulnerabilidad, se trabajó sobre la siguiente:

La variable física, es decir, la descripción del medio caracterizado por la inestabilidad hídrica en relación con los aspectos físicos de la cuenca.

La variable social – económica comprende el estudio de con el objetivo de determinar áreas de vulnerabilidad, la variable social ofrece varios indicadores que aportan información sobre el tema en estudio.

Dentro de los indicadores, la cantidad, densidad y los datos que aporta el censo nacional de población y vivienda son importantes.

4.1 Análisis de la variable física

La presente variable involucra el análisis geológico, geomorfológico, edafológico, hidrográfico y climático de las cuencas de los ríos Luján y Pergamino - Arrecifes.

En este marco de estudio, de las subvariables mencionadas se establecieron las relaciones del medio físico con la distribución de la actividad humana en relación a las zonas afectadas por las inundaciones y sus implicancias sobre la población, la actividad productiva, y la infraestructura, como así también, la proximidad a los centros asistenciales de salud.

El presente estudio se corresponde con brindar las bases de desarrollo teórico a los efectos de aportar el conocimiento exhaustivo para ser utilizado en la elaboración de la carta de vulnerabilidad y, desarrollar un software que facilite la aplicación de la carta mencionada. Por lo expuesto, a través de las variables geográficas:

A escala global el cambio climático produce diferentes consecuencias, tales como, inundaciones, sequías, exceso de precipitaciones, elevadas temperaturas sobre el nivel de la media normal, en áreas urbanas y rurales.

En este sentido, la Argentina está inmersa en los acontecimientos climáticos globales, puesto que se manifiestan a escala local. En algunos casos, los eventos climáticos globales potencian las anomalías locales generando sequías, incendios, inundaciones, etc.

En este planteamiento de la situación climática, es necesario el estudio y reconocimiento de las áreas de riesgo para elaborar una carta de vulnerabilidad hídrica (en el caso de estudio actual: las zonas susceptibles de ser inundadas). De esta forma, bajo un estado de abordaje interdisciplinario se pretende contribuir a elaborar información útil que permita, a escala local, dar respuesta frente a la emergencia del desborde de arroyos y ríos de las cuencas situadas al noreste de la provincia de Buenos Aires.

En síntesis, estudiar las recurrencias de la vulnerabilidad en un área determinada, aporta información para poder evaluar la probabilidad de riesgo de una superficie afectada.

Con el objetivo de determinar zonas vulnerables, es necesario estudiar aquellos factores que inciden en la afectación de un área de riesgo; de esta manera, la constitución geológica del terreno (a través de líneas de fracturas, hundimientos, o ascensos) pueden contribuir al escurrimiento del curso de los ríos, o impedir el drenaje de las aguas pluviales. La geología está en relación directa con el relieve puesto que determina la presencia de llanuras, depresiones, sierras, montañas y mesetas, todos ellos elementos que pueden afectar la red hídrica.

Los sedimentos depositados durante los diferentes períodos geológicos y por acciones exógenas dan lugar a una conformación del suelo determinado. El tipo de suelo puede favorecer u obstaculizar el drenaje de las aguas de desborde o de exceso de precipitaciones.

Las características climáticas con sus oscilaciones térmicas y pluviales también pueden afectar un determinado espacio.

De esta forma, a través de las variables mencionadas se busca analizar la vulnerabilidad antrópica de un espacio mediante su correlación con:

La relación de las áreas afectadas, las distribuciones de la población, de las actividades productivas, de infraestructura, de energía y transportes. Al mismo tiempo, es necesario analizar la relación de proximidad de las zonas afectadas con respecto a los centros de evacuación y de salud.

En este sentido, se permitirá delimitar áreas diferenciadas de vulnerabilidad hídrica (específicamente referidas a las inundaciones) que facilitará la toma de decisiones para la prevención, mitigación y preparación del plan de emergencias de los centros de emergencias provinciales y municipales)

En concordancia con el objetivo planteado en la investigación: Contribuir a relativizar los efectos de los desastres hídricos disminuyendo los daños ocasionados por inundaciones y mejorando las condiciones humanas del área afectada mediante el desarrollo de una herramienta para el análisis y la toma de decisiones, para iniciar acciones desde la fase anterior a la ocurrencia de un evento hídrico. En la misma línea de análisis, el estudio que antecede será una información de base para el proceso de elaboración de planes operativos que permitan la toma de decisión para dar respuesta a la prevención del riesgo de desastre o la mitigación de este.

4.2. Variables de estudio para determinar áreas vulnerables

4.2.1. Las variables geológica y geomorfológica

La provincia de Buenos Aires presenta diferentes geomorfologías puesto que se encuentran relieves serranos tales como, las Sierras de Tandil y de la Ventana, áreas onduladas (la Pampa Ondulada), y superficies de escasa pendiente e incluso deprimidas en el centro de la provincia.

Teniendo en cuenta la variada geomorfología, el presente estudio se circunscribe al espacio ocupado por el noreste de la provincia de Buenos Aires.

El área delimitada está formada por un relieve hundido conocido con el nombre de la Pampa Ondulada.

Geológicamente se trata de una planicie donde se han acumulado diferentes sedimentos en períodos geológicos sucesivos. El basamento principal es el macizo cristalino, el cual fue fracturado por los movimientos tectónicos del período del terciario medio, estos movimientos epirogénicos fueron activados en el restante período terciario y en el cuartárico.

Sobre el basamento cristalino fracturado hundido y en otros casos sobreelevado, toda la fosa de sedimentación de la llanura pampeana estuvo sometida a una intensa erosión en la era Mesozoica y principios del terciario.

En la era mesozoica o terciaria se formaron las siguientes sedimentaciones que se encuentran debajo del suelo del área en estudio:

Los depósitos de origen fluvial que se corresponde con un clima húmedo, el primero es el Mesopotamiense, son areniscas de color rojiza, y se encuentra material como la limonita. Se continua con la sedimentación Araucanense, son areniscas de color amarillento rojizas; y, por último, por sobre la formación Araucanense se depositaron los sedimentos de la formación Puelche, son areniscas de color gris.

En el cenozoico se desarrolló la formación Pampeana. Teniendo en cuenta el estudio de los depósitos hallados en las barrancas de los ríos se encontraron limo y loess.

Estos sedimentos corresponden con las variaciones del cambio climático ocurrido en el cuartárico con oscilaciones húmedas y secas, de esta manera se encontraron formaciones que corresponden a depósitos fluviales, marinos y terrestres.

En este sentido, las condiciones climáticas del cenozoico, cambió el aspecto geográfico del momento histórico puesto que, se produjeron regresiones y ascenso del nivel del mar, donde parte de estos acontecimientos puede observarse en la formación del suelo actual.

Los posteriores movimientos epirogénicos de hundimiento, sumado a un clima muy húmedo con intensas precipitaciones, se favoreció un ambiente pantanoso y de anegamiento, cuyo depósito corresponden a la formación Lujanense. En esta línea de investigación “las sucesiones sedimentarias expuestas en las barrancas del curso medio del río Luján registran la evolución paleoambiental y paleoclimática del Cuaternario tardío del noreste de la región pampeana” (Blasi A y otros, 2010, p.2).

A la formación Lujanense le siguieron los depósitos formados con el nombre de Querandínense, estos sedimentos llegaron hasta las proximidades de San Nicolás. Son producto de la acción marina sobre el este de la provincia de Buenos Aires. Se tratan de sedimentos de limos con contenido de arcilla.

4.2.2. Incidencia de la topografía para la determinación de áreas vulnerables

Teniendo en cuenta que a partir de los movimientos epirogénicos y las fases de sedimentación explicadas en el apartado anterior, se formó la configuración geomorfológica conocida con el nombre de Pampa Ondulada. En este sentido, el relieve es

una variable que según el caso puede obstaculizar el drenaje de las aguas de las precipitaciones o en otros casos, facilitarlos.

Este relieve es producto de los ascensos tectónicos del oeste, y entonces los ríos que atravesaban la zona, tuvieron que erosionar hasta alcanzar su nivel de base.

La resultante son unas lomadas con dirección sudoeste – noreste, que se extiende desde el arroyo del Medio hasta la altura de Punta Lara. Forma una franja paralela a los ríos Paraná y de la Plata con un ancho de 100 km y se reduce a medida que se dirige al sur.

En la misma línea de análisis los niveles de base que han erosionado los ríos y arroyos presentan diferentes profundidades de acuerdo a los sedimentos depositados, al caudal y, la fuerza de los cuerpos de agua.

En la costa del río Paraná se presentan barrancas de alturas próxima a los 25 metros sobre el nivel del mar. Sobre la margen del río de la Plata la barranca se aleja de la costa y se interpone una llanura aluvional.

Las cuencas de los ríos Areco, Luján, Reconquista y Matanza – Riachuelo presentan valles con menor pendientes, es decir, más vulnerables a las inundaciones en caso de desborde del caudal, en cambio, el valle del río Arrecifes (teniendo en cuenta la concentración de las curvas de nivel), se puede deducir que se trata de un valle más encajonado.

Al mismo tiempo, la topografía del terreno ha sido modificada por acción del hombre, tales como: construcción de ciudades, rutas, caminos y vías férreas; puesto que se nivelaron espacios, se rellenaron otros, donde el resultado es un terreno con desniveles diferentes, que en algunos casos no contribuyen al drenaje del agua durante las crecidas o el exceso de precipitaciones. En resumen, esta superficie de estudio fue impermeabilizada por la infraestructura, es decir, que puede dificultar la absorción del agua y su escurrimiento.

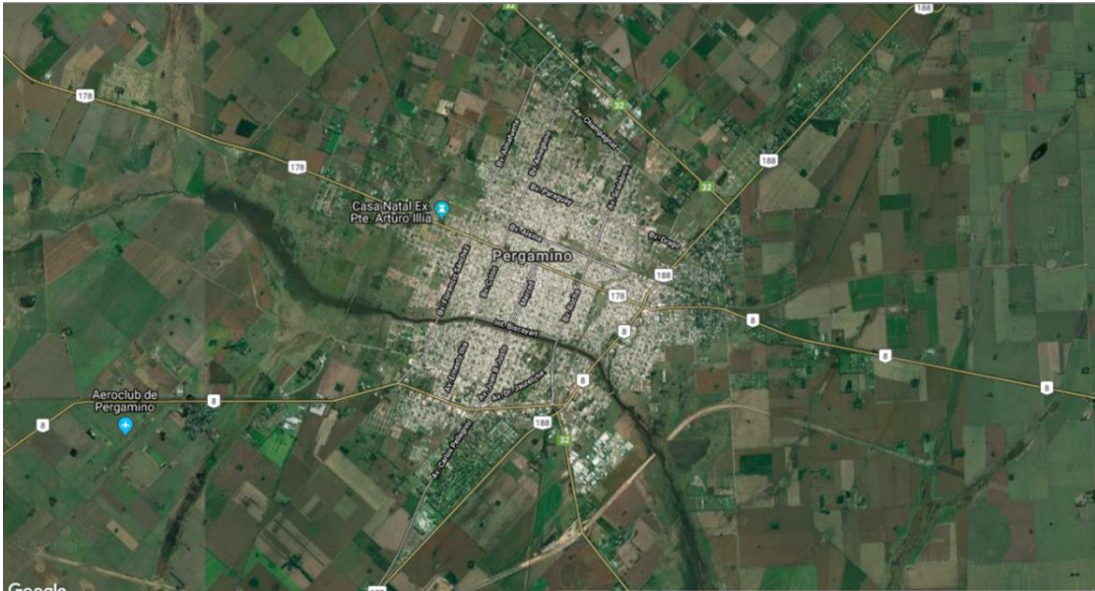
A modo de ejemplo, en la ciudad de Luján, las áreas afectadas se encuentran en la ruta 192 y Las Violetas, en el barrio Los Laureles, se encuentra en la periferia de la ciudad de Luján, sobre la ruta provincial 7 y, la ruta Del Sol. Los datos obtenidos a través de la información consultada (Elcivismo, 13 septiembre, 2017) expresan que, durante las intensas precipitaciones la zona se inunda. La cartografía generada señala la zona vulnerable de inundaciones.

Con referencia a la topografía de la ciudad de Pergamino, si bien corresponde a la mencionada en los párrafos anteriores, su análisis nos permite visualizar la vulnerabilidad a las inundaciones. Los principales barrios anegados en épocas de crecidas son: Jorge Newbery, José Hernández, Belgrano, Güemes, Las Lomitas, y también el cruce de las rutas 8 y 188.

Teniendo en cuenta que el análisis teórico, proporciona información de base para la elaboración de la carta de vulnerabilidad humana y el software pertinente, la topografía local presenta dificultades en el trazado de las diferentes elevaciones del terreno, es decir, que por ser una cuenca de llanura la información que entregan los modelos digitales de las elevaciones globales es prácticamente inadecuada. En este sentido, los modelos digitales podrían ser reemplazados por trabajo en el terreno, y de esta forma se podrá realizar mediciones de campo o modelos digitales localizados con una precisión vertical que sea adecuada.

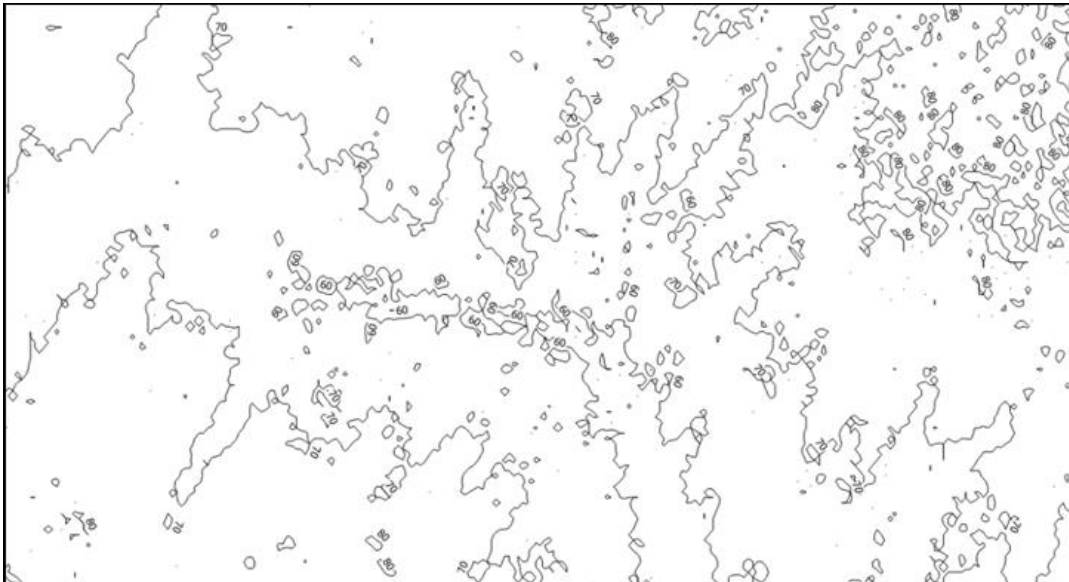
Dentro de los modelos digitales disponibles, el mejor modelo que se ajusta es el Alospalsar con un píxel de 30 m y una precisión vertical de 5. Por otro lado, el DEMAr del IGN responde bastante bien en esta región del país.

Imagen 1 Ciudad de Pergamino



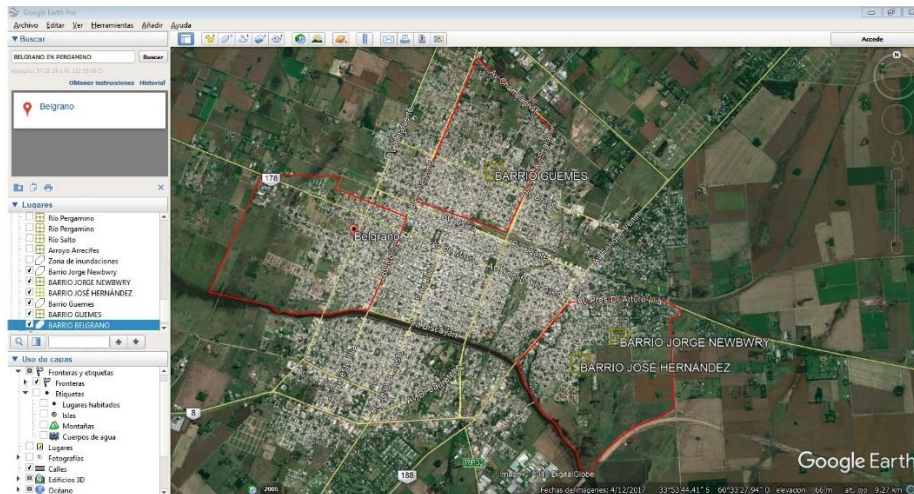
Fuente. Elaboración propia sobre la base del Google Earth Pro. Curso del río Pergamino y la ciudad homónima.

Mapa 1. Curvas de nivel de la cuenca del río Pergamino



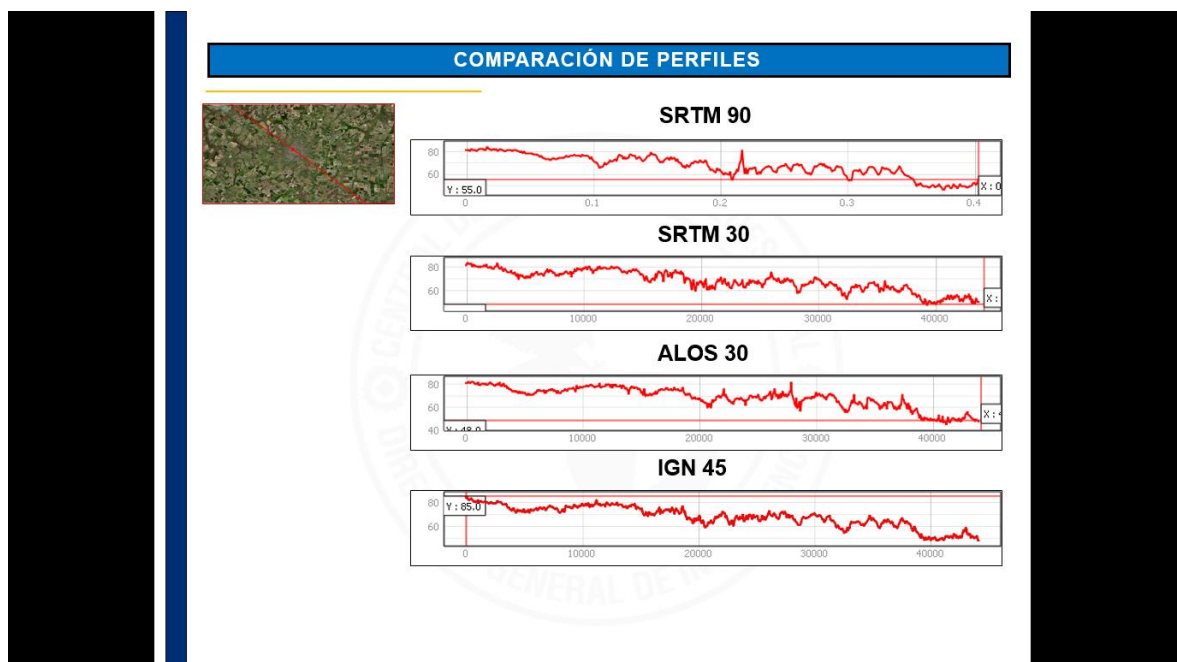
Fuente: C.I.G. - Ejército Argentino. Curvas de nivel del área de Pergamino y el río homónimo.

Imagen 2. Zona de inundaciones de la cuenca del río Pergamino y sus afluentes correspondientes a los barrios señalados en la imagen.



Fuente: Elaboración propia sobre la base del Google Earth Pro.

Perfil 1 Comparación de perfiles de la cuenca Arroyo Pergamino

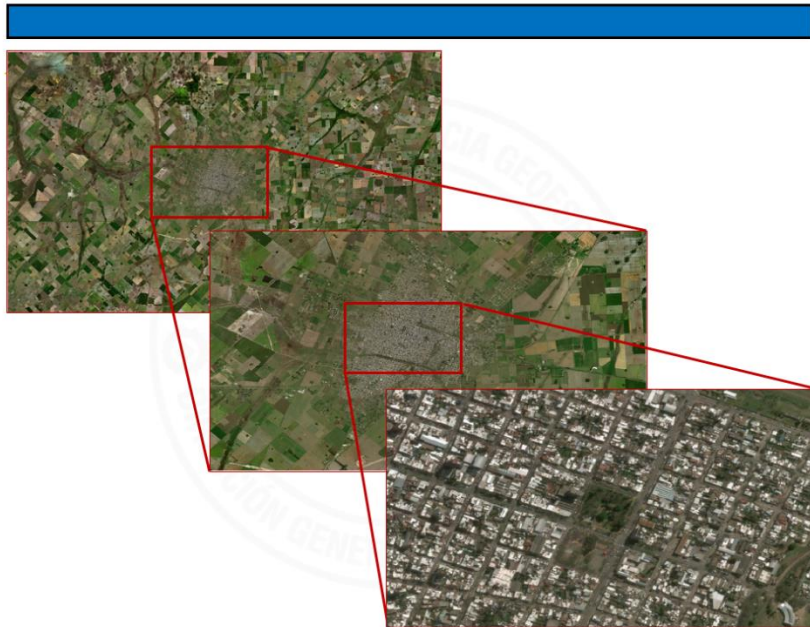


Fuente: C.I.G. – Ejército Argentino. Curvas de nivel del área de Pergamino y el río homónimo.

El perfil trazado sobre el río Arrecifes próximo a la ciudad homónima permite apreciar las zonas deprimidas ocupadas por los valles de los arroyos que desaguan el río principal. En conjunto el relieve presenta alturas que oscilan entre los 44 metros y 29 metros, es decir que es una cuenca más elevada que la de los ríos Luján, Areco y Reconquista.

La correlación entre el mapa 2 con el perfil 1 explica que las alturas próximas a 36 metros cerca del río impide el normal drenaje de las aguas en los terrenos adyacentes de 24 metros. Generalmente, los espacios con dificultad de escurrimiento de las aguas son áreas dedicadas a la actividad rural.

Imagen 3. Estudio cartográfico – espacial



Fuente: C.I.G. - Ejército Argentino. Curvas de nivel del área de Pergamino y el río homónimo.

4.2.3. *La variable edáfica*

El área de estudio corresponde al tipo de suelo molisol, “son suelos en su mayoría profundos y bien drenados, con textura franco – limosa”¹

Teniendo en cuenta las características naturales del relieve, los suelos de la llanura baja inundable presentan sedimentos de limos y arenas correspondientes al período del Querandinense – Lujanense y una serie de formación de conchillas del Platense.

Estos materiales presentan distintos comportamientos en los periodos de crecidas producidas por las lluvias abundantes. Mientras que los limos y arenas no presentan resistencia al paso del agua y por lo tanto son suelos afectados por las inundaciones, las conchillas presentan resistencia.

En síntesis, debido a las precipitaciones y a la diferencia de altura del relieve se encuentran suelos poco desarrollados en la parte superior de las ondulaciones y con más desarrollo en la parte baja.

4.2.4. *La variable de las precipitaciones*

De acuerdo a lo expresado en los párrafos anteriores, el cambio climático de alcance global afecta a escala local. La zona en estudio corresponde al tipo de clima templado pampeano.

En este sentido, las precipitaciones son una variable cuantitativa para considerar para determinación de zonas vulnerables a las inundaciones y su posterior producto en la carta de vulnerabilidad y el software pertinente.

¹ Ministerio de Infraestructura. Dirección Provincial de Saneamiento y Obras hidráulicas. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2015) Estudio Plan Integral y Proyecto Obras de regulación y saneamiento río Luján. Expediente N° 2406-2391/11/011PSOH. Capítulo III. Estudio Hidrometeorológico Regional. Página 5.

En la zona se registran datos de precipitaciones que “oscilan alrededor de 1.000 mm medios anuales con máximos 1.300 a 1.600 mm.”²

Para el presente análisis se ha tenido en cuenta el periodo 1985- 2014. Se analizaron los montos totales de precipitaciones por decenio, y del mismo se desprende la oscilación de las precipitaciones medias por decenio. En este sentido, en el período 1985- 1994 se registraron 1235,1 mm, entre 1995 a 2004 las precipitaciones medias anuales indican 1.085,7 mm y en el período 2005 – 2014 se registraron 1.140,7 mm³.

4.2.5. Análisis hidrográficos de las zonas vulnerables. Determinación de zonas vulnerables a través de la variable hidrográfica

En los apartados anteriores se han tratado las variables geológicas, geomorfológica y la climática, todas ellas interactúan con la variable hidrográfica, puesto que la geología del terreno dejó su huella en la geomorfología resultante que, a su vez, a través, de las precipitaciones intensas y del caudal de los ríos modificaron el relieve resultante. Los actuales cursos fluviales corren por valles amplios.

Los ríos de la Pampa Ondulada generalmente son susceptibles de afrontar crecimiento de su caudal y por lo tanto producen inundaciones circundantes, en este sentido “la planificación del uso de la tierra en las cuencas fluviales requiere un conocimiento de la frecuencia y la magnitud de las inundaciones”⁴.

Por lo tanto, si se observa la disposición de la red urbana, la misma se localiza dentro de las áreas de posibles inundaciones. Uno de los fenómenos que más perjudica localmente es la sudestada puesto que se producen lluvias durante varios días. Con referencia a la cuenca del río Arrecifes los registros consultados a través de fuentes locales⁵ indican que cuando crece el caudal de la cuenca superior se espera que la misma incida en la cuenca media y baja. En este caso, a modo de ejemplo cuando el curso del río Pergamino llega a crecer hasta los 4 metros se declara la alerta amarilla y comienzan las acciones de evacuación. En cuanto al arroyo Salto su crecimiento afecta a la ciudad homónima y a Rojas principalmente.

En el presente caso de estudio, se enfoca sobre las cuencas del río Luján y del río Arrecifes.

4.2.5.1 Cuenca del río Arrecifes

Como puede observarse en el mapa 2, la cuenca del río Arrecifes ocupa el sector noreste de la provincia de Buenos Aires, y parte de sus tributarios nacen en la provincia de Santa Fe. Presenta una superficie de 13.187,77 km² teniendo en cuenta el trazado del área de influencia con el río colector y sus tributarios. Posee una red de afluentes y subafluentes por las márgenes derecha e izquierda.

² Ministerio de Infraestructura. Dirección Provincial de Saneamiento y Obras hidráulicas. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2015) Estudio Plan Integral y Proyecto Obras de regulación y saneamiento río Luján. Expediente Nº 2406-2391/11/011PSOH. Capítulo III. Estudio Hidrometeorológico Regional. Página 6.

³ Montebello, Claudia R. (2017) La Revista de la Escuela Superior de Guerra “Tte Grl Luis María Campos” apartado 3. Proyecto de Investigación Cata de síntesis de vulnerabilidad humana producida por inundaciones. Estudio de los territorios vulnerables en la cuenca del río Luján. Pág. 51. Elaboración propia sobre los datos del Servicio Meteorológico Nacional, estación San Fernando.

⁴ Tarbuck y Lutgens, 2009, p,471

⁵ Diario: www.primeraplana.com.ar consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: www.m.minutouno.com consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: www.arrecifesnoticias.com. Consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: www.elcivismo.com.ar. Consultado el 11 de mayo de 2018.

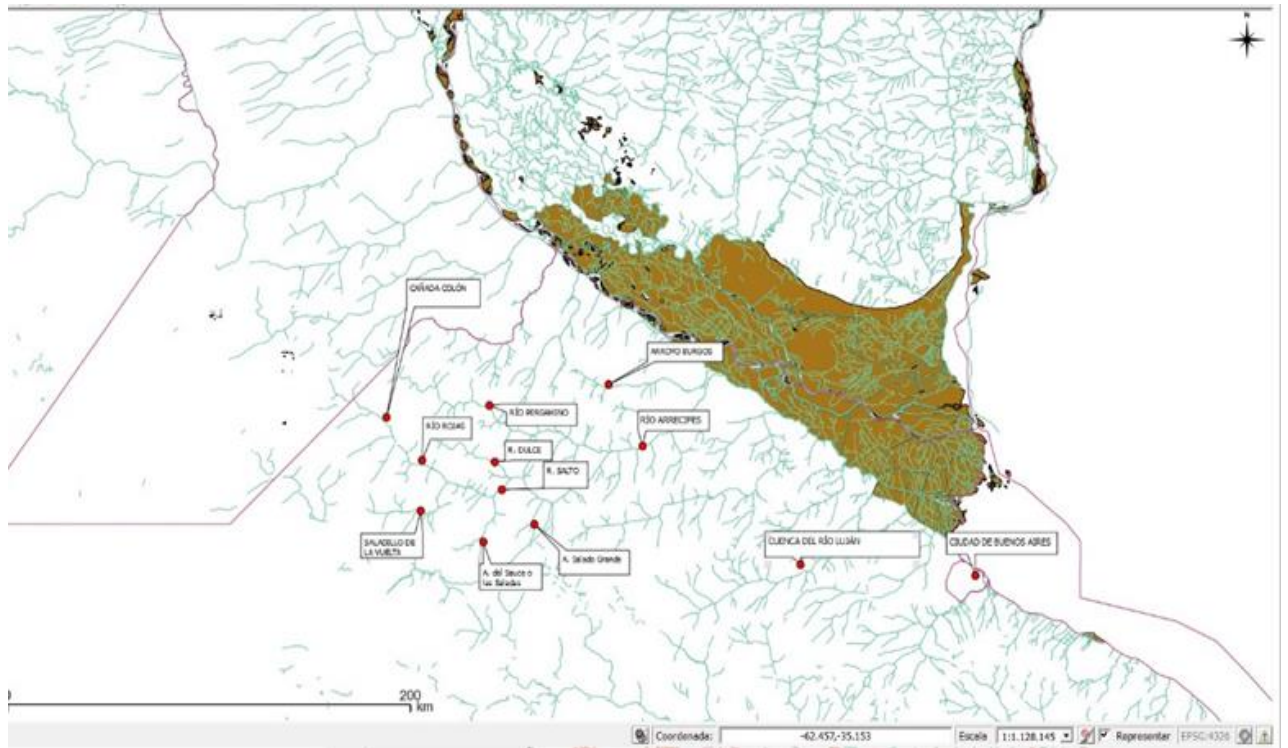
La cuenca está formada por el arroyo Pergamino, los ríos Colón, Rojas y Salto que vuelcan su caudal en el río Arrecifes. Como se observa en el mapa 3, la red de afluentes de la cuenca es densa.

El sistema está formado por un afluente por el curso izquierdo que es el arroyo Pergamino, por la margen derecha recibe un afluente que va cambiando su nombre a medida que pasa por las ciudades homónimas, tales como, Colón, Rojas y Salto. Los tributarios de la margen derecha e izquierda se unen para formar el río Arrecifes, que a lo largo de su curso recibe arroyos menores. Por ejemplo, por la margen izquierda al arroyo Burgos, y por la derecha una serie de arroyos menores.

De esta forma, las crecidas que se suceden en uno de los tributarios secundarios indican que se ejercerá un efecto dominó sobre el río que recibe el exceso de caudal. En este sentido, los primeros crecientes pueden indicar un sistema de alerta para poner en marcha el sistema de mitigación o las medidas necesarias para reducir los efectos de la misma.

Esta red fluvial recibe los excesos de precipitaciones del norte, noreste y de la sudestada, como así también, por este último viento se impide el normal desagote del caudal de los ríos y como consecuencia comienza a crecer el nivel de los mismo. La resultante es el anegamiento de los campos y de parte de las ciudades que se encuentran a las márgenes de los ríos. Se trata de inundaciones que generalmente son fuertes puesto que en las áreas rurales generan una importante erosión hídrica, en cambio en las zonas urbanas afecta principalmente a las vías de circulación. En este sentido, los eventos de inundaciones generan pérdidas económicas en espacios rurales como urbanos.

Mapa 2. Cuenca del río Arrecifes y sus principales afluentes



Fuente: Elaboración propia sobre la base del Software libre QGIS 2.2.

4.2.5.2. Cuenca del río Luján

El río Luján nace en el partido de Suipacha, en la provincia de Buenos Aires. Surge a partir de la confluencia del arroyo El Durazno con los arroyos Los Leones por su margen izquierda y Cardoso por su margen derecha. Forma una cuenca de drenaje hacia el río de la Plata. Posee un rumbo dominante suroeste al noreste. Se trata de un río que pertenece a la Pampa Ondulada, de régimen pluvial.

La consulta de las fuentes locales en las últimas crecidas indica que para la crecida del río Luján el 11 de mayo de 2018⁶, el cauce superó los 3,10m y por lo tanto, afectó al barrio La Loma donde hubo evacuados.

Las modificaciones que ha sufrido el curso por acción de nuevos espacios urbanos, dan lugar a que la capacidad de escurrimiento sea menor. En este sentido, es necesario el reconocimiento de la red fluvial y, de la variable pluvial, puesto que permite elaborar un mapa de riesgo de inundación.

Desde el punto de vista paleoclimático, la cuenca del río Luján ha presentado el riesgo de crecidas sucesivas en los últimos 500 años. La red hidrográfica ha desbordado como consecuencia de períodos de intensas precipitaciones a lo largo de la historia. A modo de ejemplo, el casco histórico de la ciudad de Luján se indica como una superficie que ha estado bajo los eventos de inundaciones durante los últimos 500 años.

4.2.6. *Correlación de las variables climática e hidrográfica*

Si bien las inundaciones en el área de estudio se han sucedido como lo demuestra la paleoclimatología, a partir del presente estudio se encuentra una correlación entre los períodos de intensas precipitaciones, generalmente asociados al fenómeno de El Niño y, en menor medida, al régimen propio de las lluvias locales (producidas por los frentes de vientos de direcciones norte, suroeste o sureste).

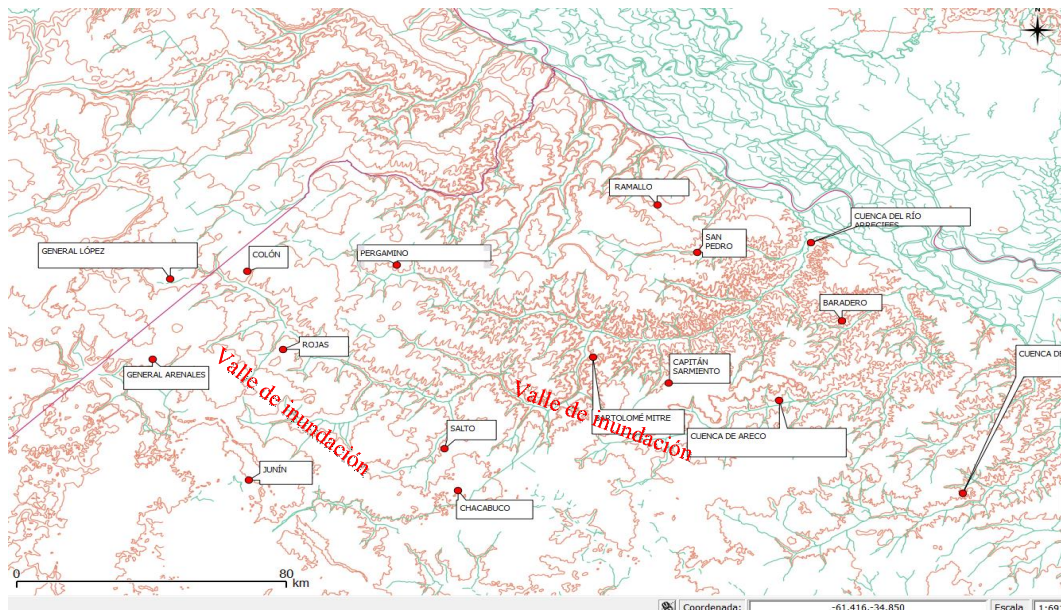
Desde el análisis estrictamente físico, las etapas de humedad excesivas, acompañadas por intensas precipitaciones en forma de lluvia ha producido el desborde de las cuencas de los ríos Pergamino – Arrecifes y Luján.

Actualmente, gracias a las imágenes satelitales se puede monitorear los cambios en el comportamiento de los cursos fluviales y cartografiar las áreas que quedaron bajo la influencia de los efectos de la naturaleza.

Como puede observarse en el mapa 3, en la cuenca del río Arrecifes, se ha cartografiado las áreas de inundaciones afectadas por la crecida del río homónimo. Se puede observar el desborde del río Pergamino antes de desembocar en el río Arrecifes y por el sur el afluente que corresponde al río Salto, con la ciudad homónima afectada por las crecidas. En este caso de estudio particular, el mapa muestra como la confluencia de los ríos Pergamino y Salto con sus respectivos caudales incrementados, agudizaron las crecidas del río Arrecifes y su consecuente efecto negativo sobre la ciudad. Las crecidas de los tributarios del río Arrecifes permiten comenzar con una alerta de riesgo de inundaciones para la cuenca del río medio y superior.

⁶ www.elcivismo.com.ar consultado el 11 de mayo de 2018.

Mapa 3. Identificación de zonas de inundaciones.



Fuente: Elaboración propia sobre la base del QGIS. 2.2. Valle de inundación de los ríos Pergamino - Arrecifes y, otros afluentes de la cuenca del río Arrecifes.

En síntesis, el monitoreo de las precipitaciones y sus efectos sobre los cambios en el caudal de los ríos permitirán reconocer las áreas de riesgo de inundaciones.

En la ciudad de Pergamino, “se produjeron grandes inundaciones, con desbordes del arroyo Pergamino y/o del arroyo Chu-Chú, cuyos efectos se tradujeron en amplias zonas anegadas y un importante número de evacuados en los años 1933,1936, 1938,1939,1940,1944,1953,1966,1975, 1978, 1982,1984, 1986, 1988, 1991, 1995 y 2000”⁷.

Agua subterránea

Una variable que se considera en la presente investigación es el agua subterránea local. En esta línea de estudio, la hidrogeología presenta información sobre las zonas de ubicación de agua.

El área corresponde a la cuenca bonaerense, específicamente el acuífero Puelche, localizado en la parte húmeda de la llanura Pampeana. Este cuerpo de agua se utiliza para riego y para el suministro de agua local en varias ciudades de las cuencas estudiadas.

Las características del mismo (Genova, 2011, p 66) “El acuífero Puelche está formado por arenas sueltas mediana y finas, de color amarillento a blanquecino, de origen fluvial, presenta espesores entre 10 y 50m, con comportamiento semiconfinado, de mediana a alta productividad, permitiendo caudales de 30 y 150 m³h-1”

Hay que destacar, que en la ciudad de Luján existe poca red de agua corriente, y entonces, en muchos casos la población se aprovisiona de agua de pozo.

Durante épocas de intensas precipitaciones, la capa freática puede ascender y generar anegamientos puesto que, la evapotranspiración (se denomina a la cantidad de agua que se evapora del suelo y que transpiran las plantas) es menor que la intensidad de las lluvias. Al mismo tiempo, se produce el saturamiento del suelo con agua, y no solo dificulta la

⁷ Dirección Provincial de Obra Pública, Provincia de Buenos Aires. Proyecto. Presa de Regulación Arroyo Pergamino, pp.15.

absorción del excedente de agua, sino también, que se forman zonas de anegamiento, con dificultad de escurrimiento.

Cuando se habla de aguas subterráneas hay que distinguir entre las cuencas artesianas y las no artesianas. La primera es el agua subterránea sale a la superficie por su propia presión, en cambio en la segunda, el agua no se encuentra en superficie y debe ser extraída a través del bombeo.

Las localidades estudiadas pertenecen a las siguientes cuencas (Auge, 2004 Y Gonzalez 2004, en Genova 2011, p 66), las ciudades de Pergamino, Colón, Rojas y Salto pertenecen a la cuenca hídrica superficial del río Arrecifes en la región hidrogeológica del noreste de la provincia de Buenos Aires.

4.3. Conclusiones de las variables físicas

En los párrafos anteriores se han tratado las distintas variables relacionadas con los problemas de riesgo y vulnerabilidad de las áreas ubicadas en el noreste de la provincia de Buenos Aires, en las cuencas que desaguan en el río Paraná y Río de la Plata.

La tectónica de placas, conjuntamente con la geomorfología resultante son factores que favorecieron la presencia de zonas deprimidas y, por lo tanto, vulnerables al avance de las aguas durante las crecidas. Estas últimas se potencian con la presencia del viento del sudeste que acumula las aguas del río de la Plata del lado de la costa argentina e impide el desagüe de los ríos y arroyos.

El área en conjunto fue modificada por la acción del hombre, desde las actividades agropecuarias hasta la creación de centros urbanos. En algunos casos, no solo se modifica el declive normal del suelo sino también, que impide la absorción del agua y su escurrimiento.

Al mismo tiempo, el cambio climático, que afecta a escala global, ejerce su efecto a nivel local, puesto que algunos fenómenos meteorológicos se han potenciado y, por lo tanto, generan efectos adversos sobre la sociedad local.

Las ondulaciones naturales del terreno presentan ventajas en la parte alta del mismo puesto que se trata de superficies no afectadas por las inundaciones, en cambio, las partes bajas (los valles) son las áreas vulnerables durante las crecidas de la cuenca del río Luján.

Las inundaciones se agravan en aquellos barrios donde el relieve es bajo y la infraestructura pluvial colapsa o no alcanzaron las mejoras de drenaje pluvial.

Desde el punto de vista climático, las precipitaciones anuales han experimentado un ascenso, y al mismo tiempo, la intensidad de estas es mayor, de esta forma se producen aguaceros violentos en poco período de tiempo y en algunos casos la red pluvial no es suficiente para el drenaje.

En consideración con la variable cartográfica, la característica propia del terreno implica que la información digital global sea inapropiada en este sentido, el complemento con trabajos de campo permitirá la obtención de cartografía precisa.

Finalmente, esta información pretende ser de utilidad a los efectos de determinar los espacios vulnerables, elaborar el software SIG pertinente y, permitir la toma de decisiones en situaciones de alerta temprana. La investigación para determinar áreas vulnerables no se agota solamente con el tratamiento de las variables físicas, en este sentido, los elementos de infraestructura, y ocupación de suelo son variables que se tratarán en la continuación del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Interamericano de Desarrollo. Programa de Drenaje y Control de Inundaciones para la Provincia de Buenos Aires (AE-L 1273). PRESA DE REGULACION ARROYO PERGAMINO. Estudio de impacto ambiental y social. Proyecto de obras de defensa de la ciudad de Pergamino. Ministerio de Infraestructura y Servicio Públicos, provincia de Buenos Aires. Noviembre 2017.
http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/hidraulica/informacion/EIAS_Presa_Regulacion_ArroyoPergamino.pdf

Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 - 2011. INDEC.

De Fina Armando y Ravelo Andrés. (1979). Climatología y Fenología Agrícolas. EUDEBA.

Ministerio de Infraestructura. Dirección Provincial de Saneamiento y Obras hidráulicas. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2015) Estudio Plan Integral y Proyecto Obras de regulación y saneamiento río Luján. Expediente Nº 2406-2391/11/011PSOH. Capítulo III. Estudio Hidrometeorológico Regional. Página 6.

Montebello Claudia R. (2017). Proyecto de investigación “Carta de vulnerabilidad humana producida por inundaciones”. Estudio de los territorios vulnerables en la cuenca del río Luján, en La Revista de la Escuela Superior de Guerra Tte Grl Luis María Campos. Ejército Argentino. Mayo – Agosto 2017.

Servicio Meteorológico Nacional. Serie Datos Históricos.

Tarbut Edward y Lutgens Frederick (2009) Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física. Madrid España. Pearson Prentice Hall.

Veyret Ivette y Pech Pierre (1993) El hombre y el medio ambiente. Fundación Universidad a distancia Hernandarias. Editorial Docencia.

Periódicos locales consultados

Diario: Recuperado de: www.primeraplana.com.ar consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: Recuperado de: www.m.minutouno.com consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: Recuperado de: www.arrecifesnoticias.com. Consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario: Recuperado de: www.elcivismo.com.ar. Consultado el 11 de mayo de 2018.

Diario:

www.infocielo.com/nota/78805/hay_alerta_en_pergamino_por_la_brusca_subida_del_agua_del_arroyo_aceleran_evacuacion. Consultado el 05 de junio de 2018-

Recuperado de: Páginas web

www.ide.ign.gob.ar/portal/home/geoportal

www.ina.gov.ar/legacy/alerta/emer_cuenca/ddc_226084_201704vs07.png

Blasi A, Prieto A, Fucks E, Figini A (2009) Análisis de las nomenclaturas y de los esquemas estratigráficos del pleistoceno tardío – holoceno en la cuenca del río Luján, provincia de Buenos Aires, Argentina. Ameghiniana Revista de la asociación paleontológica argentina 46(2) 373-390 Buenos Aires. ISSN 0002-7014

https://www.researchgate.net/profile/Aldo_Prieto/publication/262182769_Analisis_de_las_nomenclaturas_y_de_los_esquemas_stratigraficos_del_Pleistoceno_tardio-Holoceno_en_la_cuenca_del_rio_Lujan. Consultado 11/09/2018.

Rojas Vilches o y Martínez Reyes C (2011) Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. Recuperado de:

www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pdf=S1852-42652011000100005.

Consultado el 10 de mayo de 2018.

Cardona Omar (2001) La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. Recuperado de: www.desenredando.org/public/articulos/2001/repouln/repensarVulnerabilidadriesgo-1.0.0 pdf. Consultado el 9 de mayo de 2018.

Lavell Thomas, Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso, en Maskrey Andrew (1993), Los desastres no son naturales. Recuperado de: www.gestiondelriesgo.gov.ar/bitstream/handle/20.500.11762/19762/losDesastresNoSonNaturales%28Maskrey_1993%29.pdf. Consultado el 9 de mayo de 2018.

Haas, Carlos, (1995) Inundaciones en áreas urbanas e impacto social. El caso de la ciudad de Luján, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: www.revistas.ucm.es/index.php/AGUC/ARTICLE7download/.../31563. Consultado el 4 de mayo de 2018.

Genova Leopoldo (2011), Calidad del agua subterránea para riego en la Pampa Húmeda argentina. Recuperado de: www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718066.pdf. Consultado el 7 de mayo de 2018.

Guichón Al y otros (1999) Caracterización ambiental de la cuenca del río Luján (Argentina) aplicando dos metodologías de procesamiento de información satelitaria